Minerales

22



CARNEOLA
(Brasil)



EDITA
RBA Coleccionables, S.A.
Avda. Diagonal, 189
08018 – Barcelona
http://www.rbacoleccionables.com
Tel. atención al cliente: 902 49 49 50

EDICIÓN PARA AMÉRICA LATINA
© 2011 de esta edición Aguilar, Altea, Taurus, Alfaguara S.A.
de ediciones/RBA Coleccionables, S.A., en coedición.
Argentina: Av. Leandro N. Alem 720, Buenos Aires.
Chile: Dr. Aníbal Ariztía 1444, Santiago de Chile.
Colombia: Calle 80 N.° 9-69, Bogotá DC.
México: Av. Universidad N.° 767, Col. Del Valle, DF.
Perú: Av. Primavera 2160, Santiago de Surco, Lima.
Uruguay: Blanes 1132, Montevideo.
Venezuela: Av. Rómulo Gallegos Edif. Zulia PB, Boleíta Norte, Caracas.

EDICIÓN Y REALIZACIÓN
EDITEC

CRÉDITOS FOTOGRÁFICOS
iStockphoto; age fotostock; The Art Archive; Corbis;
Francesc & Jordi Fabre; Programa Royal Collections, AEIE

FOTOGRAFÍAS MINERALES
Por cortesía de Carles Curto (Museo de Geología de Barcelona);
Fabre Minerals

FOTOGRAFÍAS GEMAS
Por cortesía de Programa Royal Collections, AEIE

INFOGRAFÍAS
Tenllado Studio

ISBN (obra completa): 978-84-473-7391-8
ISBN (fascículos): 978-84-473-7392-5

Impresión
Arcángel Maggio SA, Lafayette 1695 (C1286AEC),
Buenos Aires, Argentina.

Depósito legal: B-25884-2011

Impreso en la Argentina – *Printed in Argentina*

CON ESTA ENTREGA

Carneola
Brasil

La carneola es una variedad de calcedonia, cuarzo microcristalino, que recibe su nombre del término latino *carneulus*, que significa «color de carne».

La muestra

Las muestras de carneola que forman parte de nuestra colección son, evidentemente, ejemplares naturales y provienen de Brasil, país que cuenta con los principales yacimientos mundiales de este mineral, tanto en el estado de Minas Gerais como en numerosas localidades situadas en las proximidades de la frontera con Uruguay. Las muestras presentan coloraciones entre el rojo carne y el rojo castaño, y han sido pulidas para resaltar el color y el bandeado del mineral.

❑ UNA GRAN IMITADA

La carneola, también conocida como cornalina, debe su color rojo sangre, anaranjado o rojo castaño, a veces con tonos amarillentos, a la presencia de inclusiones de hematites o limonita. La carneola ha sido apreciada como gema por todas las grandes civilizaciones, desde la realeza de Ur, en Mesopotamia, hasta Napoleón, pasando por los budistas tibetanos. No es de extrañar, por lo tanto, que haya sido uno de los minerales más tratados e imitados. Muchas carneolas consiguen su color a partir de calcedonias poco llamativas impregnadas con una solución de nitrato ferroso y luego calentadas con el fin de acentuar el color. Para diferenciar el mineral natural del tratado hay que observar los límites que definen el bandeado del mineral. En las carneolas naturales, el límite entre las bandas es muy definido y uniforme, mientras que en las tratadas se muestra muy difuminado.

Los cristales

La cristalografía es la ciencia que estudia la estructura, la disposición espacial de los átomos dentro de los cristales, el crecimiento y la forma externa de éstos. Aunque esta ciencia experimentó un gran desarrollo a partir de la primera mitad del siglo XX con el descubrimiento de los rayos X, mucho tiempo antes ya se habían enunciado las leyes fundamentales de la cristalografía a partir del estudio de las formas externas de los cristales.

Una de las características fundamentales de los minerales es que las partículas que los forman (átomos, iones o moléculas) se encuentran ordenadas en el espacio de forma regular y en posiciones fijas. En la mayoría de los casos, las condiciones en las que se han originado permiten que esa estructura interna se refleje en el aspecto geométrico externo de los ejemplares, que aparecen formando cristales. Este hecho es el que ha provocado que dichos cristales hayan sido estudiados mucho antes de conocerse su composición química. Al ser cuerpos sólidos y visibles, es posible medir las longitudes de sus aristas, el número de vértices o los ángulos que forman sus caras. Por lo que respecta a los minerales que rara vez muestran dicha forma externa, como la mayoría de los del grupo de las arcillas, fue necesario esperar hasta bien entrado el siglo XX para conocer su estructura cristalina.



Diferentes, pero iguales
Arriba, a la derecha, cristales de cuarzo amatista, y en la foto de fondo, un ágata, variedad microcristalina del cuarzo. La ilustración central muestra la disposición ordenada de los átomos de silicio y oxígeno del cuarzo.



■ CONOCER SU FORMA EXTERNA

La forma de aproximarse al conocimiento de las características de los cristales es estudiar su forma externa, y para ello no es necesario aparatos tan complicados como los de rayos X, sino que basta con aplicar un transportador de ángulos para medir los ángulos que forman los cristales (goniómetro de contacto, inventado en 1780, a la izquierda), o utilizar un microscopio con un goniómetro incorporado (goniómetro de reflexión, creado en 1809, derecha).



■ PRIMEROS PASOS EN CRISTALOGRAFIA

Nicolás Stenon (1638-1686), médico de la corte de los Medicis de Florencia, llevó a cabo mediciones de numerosos cristales de cuarzo partiendo tan sólo del dibujo de diferentes secciones de dichos cristales. A raíz de ello descubrió que en todos los cristales de cuarzo «los ángulos entre las caras que ocupan la misma posición son iguales». Por lo tanto, un cristal de yeso de dos metros de longitud (abajo) tendrá las mismas medidas angulares que otro microscópico o de reducidas dimensiones (izquierda). La ilustración inserta muestra la forma básica de un cristal de yeso.



■ REFLEJO DEL ORDEN INTERNO

Los primeros cristalógrafos comenzaron a pensar que la forma externa de los cristales tendría que tener una relación con el ordenamiento interno de las partículas que los formaban. Fue el abate francés René Just Haüy (1743-1822) quien encontró esta relación. Así, cuando examinaba un grupo de minerales de una colección, un ejemplar de calcita de forma romboédrica se rompió por accidente. El hecho sorprendió al abad debido a que el trozo roto tenía la misma forma que el ejemplar inicial, y lo llevó a experimentar con otros ejemplares de calcita con hábitos o formas diferentes, obteniendo siempre una forma inicial idéntica, un romboedro de exfoliación de calcita. Posteriormente, realizó el mismo experimento con otros minerales, como la galena, y en cada uno de ellos obtenía, después de sucesivas roturas, la forma propia o unidad fundamental de cada mineral, que él denominó «molécula integrante».



Calcita



Galena

LA CRISTALOGRAFÍA ANTES DEL SIGLO XX

El abad Haüy dedujo que un cristal se formaba por repetición en el espacio de la unidad fundamental y que tendría que ser propia de cada sistema cristalino. Si imaginamos una celda unidad con forma de pequeño cubo, el apilamiento en las tres direcciones del espacio de muchos cubitos formará un cristal de hábito cúbico. Además, dependiendo de cómo apilemos los cubitos, podremos obtener otras formas geométricas diferentes, como el octaedro o el dodecaedro. Para construir un romboedro de calcita, que es un mineral trigonal, tendríamos que partir de otra forma inicial diferente a la del cubo. La imagen muestra un octaedro por repetición de celda unidad cúbica.



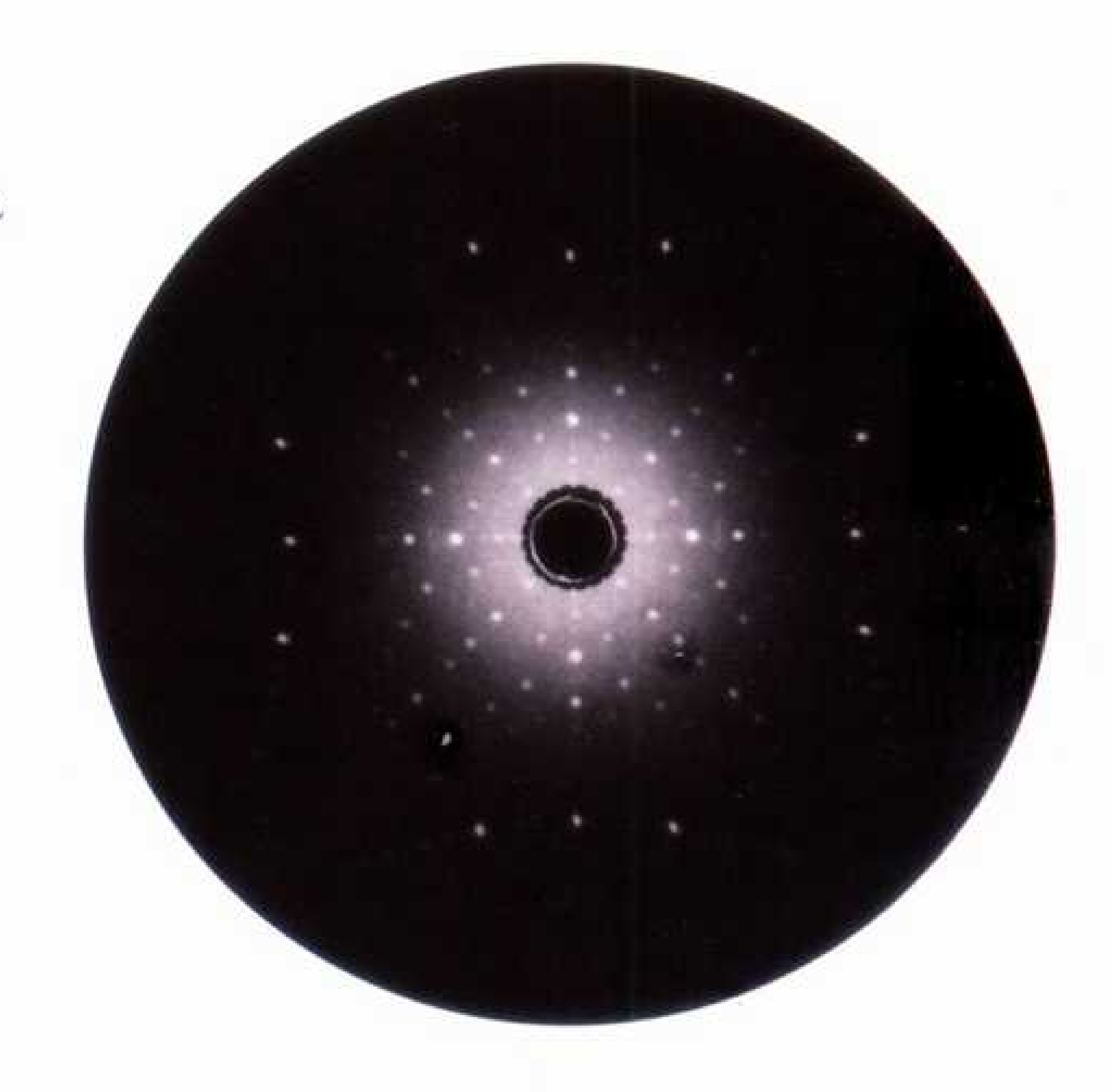


LA ESTRUCTURA INTERNA DE LOS CRISTALES

A finales del siglo XIX, el científico alemán Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923) descubrió los rayos X, un tipo de radiación que tenía la propiedad de atravesar los cuerpos. Estos rayos son invisibles para nuestros ojos, aunque producen imágenes visibles si utilizamos placas fotográficas; en muy poco tiempo comenzaron a utilizarse para estudiar la materia cristalina. Valiéndose de los rayos X, el físico alemán Max von Laue (1879-1960) demostró la naturaleza periódica de los cristales, y, poco más tarde, los británicos William Bragg (padre e hijo) establecieron la estructura interna de numerosas especies minerales. A la izquierda, un sello de la República Democrática del Congo dedicado a Laue.

CÓMO SE EMPLEAN LOS RAYOS X

Los estudios de la materia cristalina con rayos X son bastante simples: se trata de interponer una muestra del mineral a analizar entre un emisor de rayos X y una placa fotográfica. La mayor parte de estos rayos pasan a través de la muestra en línea recta, pero hay una pequeña parte que es dispersada o refractada en unas direcciones que dependen del modo en que estén ordenadas las partículas dentro del cristal y del ángulo con que los rayos X inciden en la muestra. Como se hace girar la muestra para que los rayos X incidan en todos los ángulos posibles, la imagen resultante depende exclusivamente de la estructura del cristal. Así, cada mineral produce una imagen diferente que representa su estructura cristalina.



Rutilo

Dos visiones del mismo cristal
Arriba, un cristal de dióxido de titanio visto mediante rayos X. A la izquierda, un ejemplar de rutilo, mineral que, junto con la anatasa y la brookita, están compuestos por dióxido de titanio.

La energía geotérmica

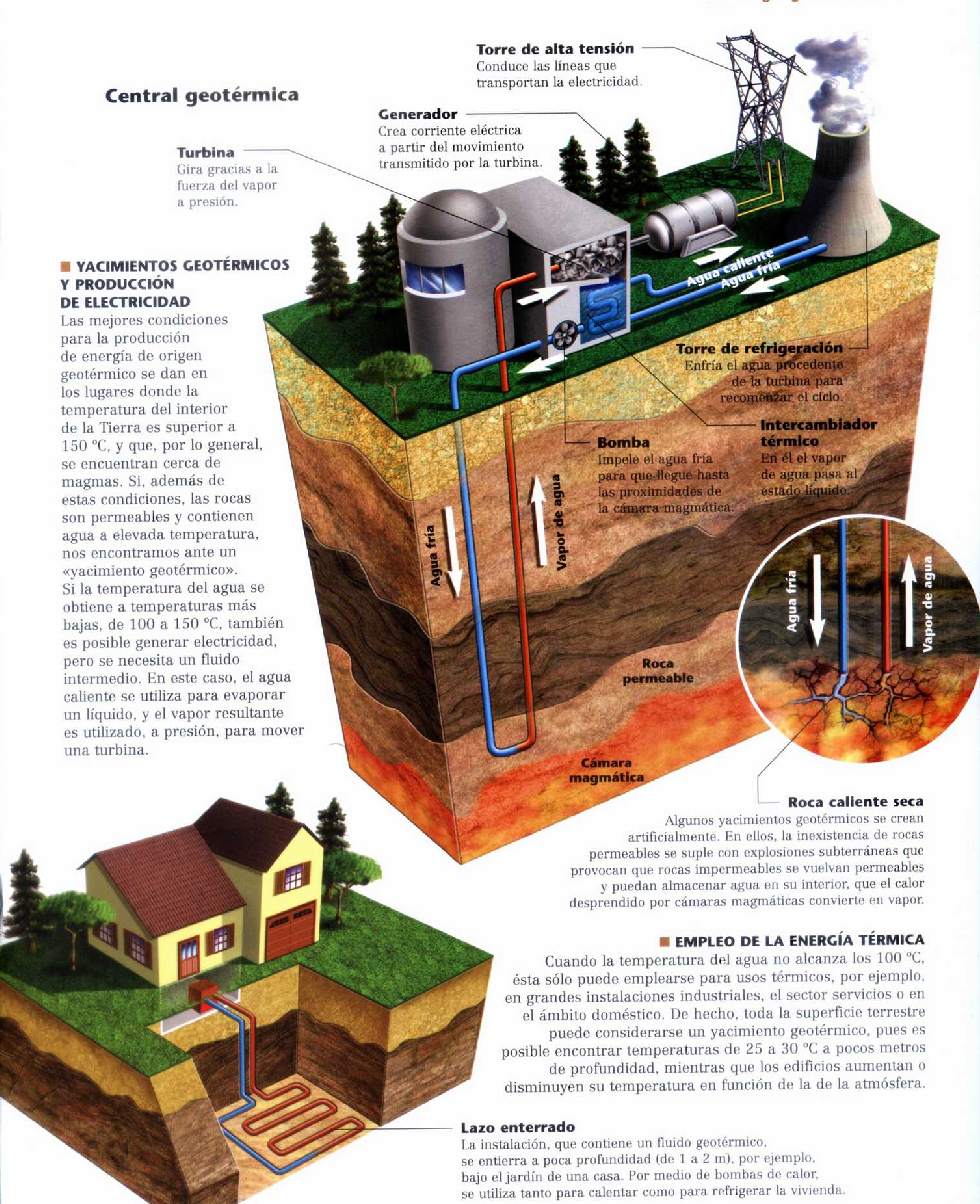


Desde el interior de la Tierra
Las aguas del Blue Lagoon, en Islandia, provienen del desecho de una central geotérmica. Su temperatura ronda los 40 °C. La foto de arriba muestra un complejo de tuberías que lleva el vapor desde las zonas donde se extrae hasta la estación geotermal de Wairakei, en la neozelandesa Isla Norte.

La utilización de la energía que guarda el interior de la Tierra es conocida desde la antigüedad, cuando se empleaba, sobre todo, con fines terapéuticos. Durante el siglo XX, el aprovechamiento de la energía geotérmica se ha diversificado, y hoy en día existen dos formas de utilización principales: directamente para producir agua caliente, climatizar edificios y aportar energía térmica a industrias, e indirectamente para producir electricidad.

El calor de la Tierra proviene de su proceso de transformación y de la energía liberada por la radiactividad de algunos elementos del núcleo terrestre. Esta energía llega a las capas más superficiales de la Tierra. Por ese motivo, cuando se mide la variación de la temperatura con la profundidad, en la mayor parte del planeta aquélla aumenta entre 2,5 y 3 °C cada 100 m en los primeros kilómetros, y a 2 km de profundidad la temperatura varía entre 40 y 60 °C. Pero hay zonas donde este aumento es mucho mayor, llegando a aumentar la temperatura de 15 a 30 °C cada 100 m; en ellas, a 2 km de profundidad la temperatura oscila entre 300 y 600 °C. Los lugares de la Tierra en los que el aumento de la temperatura con la profundidad es más acusado casi siempre coinciden con límites de placas litosféricas.

Central geotérmica



YACIMIENTOS GEOTÉRMICOS Y PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD

Las mejores condiciones para la producción de energía de origen geotérmico se dan en los lugares donde la temperatura del interior de la Tierra es superior a 150 °C, y que, por lo general, se encuentran cerca de magmas. Si, además de estas condiciones, las rocas son permeables y contienen agua a elevada temperatura, nos encontramos ante un «yacimiento geotérmico». Si la temperatura del agua se obtiene a temperaturas más bajas, de 100 a 150 °C, también es posible generar electricidad, pero se necesita un fluido intermedio. En este caso, el agua caliente se utiliza para evaporar un líquido, y el vapor resultante es utilizado, a presión, para mover una turbina.

EMPLEO DE LA ENERGÍA TÉRMICA

Cuando la temperatura del agua no alcanza los 100 °C, ésta sólo puede emplearse para usos térmicos, por ejemplo, en grandes instalaciones industriales, el sector servicios o en el ámbito doméstico. De hecho, toda la superficie terrestre puede considerarse un yacimiento geotérmico, pues es posible encontrar temperaturas de 25 a 30 °C a pocos metros de profundidad, mientras que los edificios aumentan o disminuyen su temperatura en función de la de la atmósfera.

Los metales preciosos

Los metales considerados preciosos fueron el sueño de los alquimistas, y con razón: los pueblos más antiguos ya identificaron estos dones de la naturaleza con el valor individual, la fuerza y el poder, pues hacían a sus poseedores superiores a todos sus semejantes.

Aunque en la actualidad hay metales tan valiosos como los llamados preciosos, ninguno de ellos es portador del prestigio y las leyendas que el oro y la plata han acumulado a lo largo de los siglos. El oro, por su rareza, brillo e inalterabilidad, es adorado por el ser humano desde la noche de los tiempos, y por su color se identifica con el Sol, mientras que la plata es un regalo de la diosa Luna, según los mitos más antiguos. En cuanto al platino, fue descubierto en Colombia por el científico y escritor español Antonio de Ulloa, y llegó a Europa en 1735.



EL ORO

El oro es un elemento químico cuyo símbolo en la tabla periódica es Au, que procede de su nombre latino, *aurum*. Se trata de un metal precioso, blando, que en bruto exhibe un intenso color amarillo. Es el metal más dúctil y maleable que se conoce. El oro no reacciona con la mayoría de los productos químicos, pero es sensible al cloro y al agua regia. Se encuentra normalmente en estado puro (oro nativo), y es uno de los metales tradicionalmente empleados para acuñar monedas. Por su resistencia a la corrosión, se utiliza en joyería, la industria y la electrónica.



Distribución universal
El oro es relativamente abundante en todo el planeta. A veces se encuentra como metal o en pepitas grandes, pero es habitual tener que buscarlo en los ríos, trabajo que desempeña la muchacha de la imagen en los placeres auríferos de Yako, en Burkina Faso. Sudáfrica es el primer productor de oro del mundo.

Los colores del oro

El **oro puro** (24 quilates) es demasiado blando y poco resistente, por lo que se mezcla con otros metales para endurecerlo. De este modo se consigue una bellísima gama de tonalidades:

Oro amarillo: 750 g de oro fino + 125 g de plata fina + 125 g de cobre
Oro blanco: 750 g de oro fino + 100 a 160 g de paladio + resto de plata fina
Oro gris: 750 g de oro fino + unos 150 g de níquel + resto de cobre
Oro rosa: 750 g de oro fino + 50 g de plata fina + 200 g de cobre
Oro rojo: 750 g de oro fino + 250 g de cobre
Oro verde: 750 g de oro fino + 250 g de plata fina
Oro azul: 750 g de oro + 250 g de hierro

LA PLATA

Se trata también de un elemento químico, de símbolo Ag y nombre latino *argentum*. Es un metal blanco, blando, brillante, el mejor conductor del calor que existe, y tan maleable que con 1 g de plata se puede obtener un hilo de 180 m de longitud. Metal monetario por excelencia, es fundamental en orfebrería. Se halla en estado nativo, pero escasea, y en su mayor parte se obtiene como subproducto de la explotación minera de otros materiales, como el cobre o el plomo. Perú es el primer productor mundial de plata desde que los españoles comenzaron la explotación de las minas andinas en el siglo XVI.

La ley de la plata

Cuando la plata era el metal en el que se acuñaban las monedas que dominaban en los intercambios internacionales, los estados evitaban el fraude en el peso marcando la ley de la plata, es decir, la cantidad mínima de metal precioso que debía entrar obligatoriamente en su composición. La ley de la plata se citaba en milésimas (tanto por mil del peso). Aunque ya no existe este tipo de moneda, la legislación continúa distinguiendo la plata de primera ley (916 milésimas), que se emplea en joyería, de la de segunda ley (750 milésimas), de menor calidad, que se usa en bisutería. La plata de ley debe marcarse con un cuño o contraste, en el que se indica la aleación con la cual se ha fabricado el objeto. En la imagen, una moneda de plata de 5 pesetas de 1898.



Para la mesa y el altar
La plata ha sido siempre el metal idóneo para la realización de grandes objetos, como servicios de mesa y piezas litúrgicas. Este *rhyton* (copa) de plata, que forma parte de un ajuar funerario de Borovo (Croacia), data del siglo IV a.C.

EL GRUPO DEL PLATINO

El platino es el más raro de los metales preciosos. Su símbolo es Pt. Es altamente valioso, incluso más que el oro, y el principal de un grupo de metales al que pertenecen el rutenio, el rodio, el paladio, el osmio y el iridio. Su color es gris plateado, gris-blanco o blanco; es opaco, y su brillo, metálico. Es algo más denso que el oro puro, casi dos veces más que la plata y tan dúctil y maleable como estos dos metales. Resiste a la corrosión y no se oxida cuando se expone a la atmósfera. Se forma en rocas ígneas, pero también en placeres, y abunda en Rusia (primer productor mundial), Sudáfrica, Canadá, Estados Unidos, Australia, Colombia y Perú. El platino se utiliza en joyería, sector en el que no es muy apreciado a pesar de su valor, pues se lo confunde con el oro blanco y es mucho más caro que éste. En la industria electrónica se emplea en la fabricación de electrodos que deben soportar temperaturas elevadas y la acción de agentes químicos.

El estándar de platino-iridio

El kilogramo es la unidad básica y patrón del Sistema Internacional de Unidades, y se define como la masa de un prototipo internacional (en la imagen), compuesto por una aleación de platino e iridio, que se guarda en la Oficina Internacional de Pesos y Medidas de Sèvres, cerca de París, en Francia. En la actualidad, es la única unidad del sistema que se define en referencia a un objeto patrón. El metro, que durante años se definió como la distancia entre dos marcas en una barra de platino iridio, que asimismo se guardaba en la citada oficina, cambió en 1983 por la longitud del trayecto que recorre la luz en el vacío durante un tiempo de 1/299792458 de segundo. La aleación de platino e iridio es la más estable que existe.



El punto de fusión
El platino es el metal menos usado en joyería. Hasta 1920 no se alcanzó la tecnología que permite alcanzar los 1.773 ºC necesarios para fundirlo. Por entonces dominaba en orfebrería la tendencia art-déco, que se enamoró de su fría elegancia. En la imagen, un clip art-déco de platino y brillantes, con un zafiro birmano tallado en perilla; fue montado en París en 1926.

Pakistán: gemas únicas

Las encrespadas cimas de la cordillera del Karakorum, al noroeste del Himalaya, con alturas que superan los 8.000 m, han escondido durante millones de años algunos de los más bellos minerales y gemas del mundo, desconocidos hasta hace pocas décadas.

Pakistán cuenta con una gran variedad de gemas de una calidad sorprendente. Destacan el rubí sangre de pichón de Azad Kashmir, de hermoso color, pero que raramente alcanza un tamaño notable, y la kunzita de Gilgit y de Skardu, de la que es posible hallar cristales prismáticos que superan el metro de longitud. También están muy solicitadas la berilonita hialina de Balochi, que en muchos casos puede competir en fulgor con algunos diamantes; la spessartina de Shengus; la espinela rubí y la espinela azul de Aliabad; la rubelita de Neelum, con cristales poco agraciados pero de gran transparencia y color rojo intenso, y el olivino de Sapat. En el valle del Swat se encuentran espléndidas esmeraldas, y en Katlang, el bellísimo topacio de color champaña rosado.



Topacio de Katlang

Aguamarina

Titanita

Tamaños espectaculares
Existen algunas especies minerales que parecen haber crecido en Pakistán más y mejor que en ninguna otra parte: un ejemplo son las magníficas maclas de titanita de hasta 10 cm, como el ejemplar que aparece sobre estas líneas.

Tesoros sin igual

En Pakistán, como en la India, las gemas son apreciadas desde tiempo inmemorial, como lo demuestran los hallazgos arqueológicos de más de 5.000 años de antigüedad. Sin embargo, las reseñas de yacimientos de gran valor económico son muy recientes: la primera, de aguamarina, es de 1918; los informes sobre los rubíes, aguamarinas y esmeraldas del departamento de Gilgit son de 1951; los de las esmeraldas de Swat datan de 1962, y los de los topacios rosa de Katlang, de 1973. Las zonas más ricas en pegmatitas, Gilgit y Skardu, en el noroeste, han proporcionado maravillosos prismas de aguamarina azul claro, elbaítas multicolores, granates de magnífico color rojo sangre y también cristales de topacio transparente, a veces de considerable longitud, de un rosa muy característico. Destacan asimismo los cristales decimétricos de epidota, clinozoisita o espodumena y otros más modestos de herderita, childrenita o apatito.

Las impresionantes cimas del Karakorum.



Minerales

